



DEUTSCHES  
PATENTAMT



⑳ Aktenzeichen: P 34 32 721.5  
㉑ Anmeldetag: 6. 9. 84  
㉒ Offenlegungstag: 6. 3. 86

DE 3432721 A1

㉓ Anmelder:  
Hahn, Rüdiger, 8000 München, DE

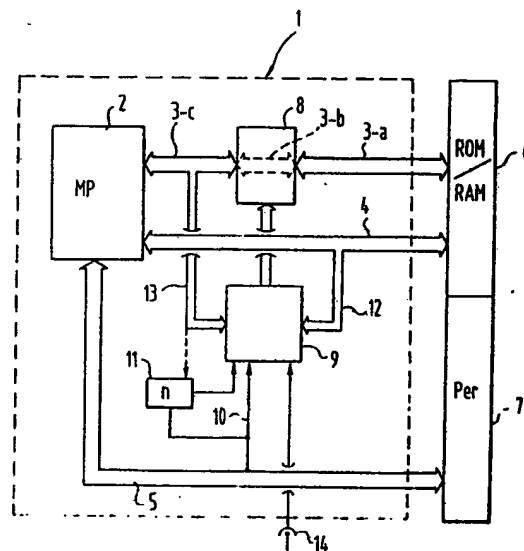
㉔ Vertreter:  
Haft, U., Dipl.-Phys., 8000 München; Berngruber, O.,  
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8232 Bayerisch Gmain;  
Czybulka, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

㉕ Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉖ Datenschützender Standard-Mikroprozessor

Die Erfindung bezieht sich auf einen daten- bzw. programmschützenden Standard-Mikroprozessor (1) mit einer internen Dechiffrierschaltung (8, 9) zur Entschlüsselung und Bearbeitung von Daten, die von einem externen Programm- und Arbeitsspeicher (6) verschlüsselt angeboten werden. Um die Entschlüsselung eines mit hohem Aufwand erarbeiteten Programms zuverlässig zu verhindern, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) in Abhängigkeit eines Befehlsabrufsignales (Op-Code-Fetch) und gegebenenfalls weiterer befehlsergänzender Signale sowie Programmdatei und Verarbeitungsdaten, die verschlüsselt angebotenen Daten selektiv erkennt, entschlüsselt und bearbeitet. Zur Ver- und Entschlüsselung werden mehrere Substitutionstabellen als Schlüssel verwendet, auf die in Abhängigkeit verschiedener Kriterien umgeschaltet wird.



DE 3432721 A1

3432721

11202 ch

Rüdiger Hahn  
Raintalerstr. 39  
8000 München 90

Datenschützender Standard-Mikroprozessor

Patentansprüche

1. Datenschützender Standard-Mikroprozessor, insbesondere zum Schutz eines Anwenderprogrammes mit einer internen Dechiffrierschaltung zur Entschlüsselung von verschlüsselt angebotenen Daten, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) Steuereingänge (10, 11, 12, 13, 14) für ein Mikroprozessor-internes Befehlsabrufsignal (Op-Code-Fetch), gegebenenfalls befehlsergänzende Signale, Programmdaten oder Verarbeitungsdaten aufweist, und daß die Dechiffrierschaltung (8, 9) bei Vorliegen eines Steuersignales selektiert aktivierbar ist.
2. Mikroprozessor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) interne Falltürschlüssel (8) lediglich für die während eines Befehlsabrufsignales (Op-Code-Fetch) angeforderten Operationsbefehlsteile aufweist, und daß die Dechiffrierschaltung (8, 9) lediglich während eines Op-Code-Fetch-Signales aktiviert ist.

3. Mikroprozessor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) mit dem internen Falltürschlüssel (8) Steuereingänge (10, 13) für das Op-Code-Fetch-Signal und befehlsergänzende Signale aufweist, und daß die Dechiffrierschaltung für die durch den Op-Code-Fetch repräsentierten Operationsbefehlsteile und die durch die befehlsergänzenden Signale repräsentierten befehlsergänzenden Daten unterschiedliche Schlüssel anbietet.
4. Mikroprozessor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) mit den internen Falltürschlüsseln (8) einen Steuereingang (13) aufweist, der ein Signal entsprechend Datenteilen eines Anwenderprogrammes, insbesondere Tabellen repräsentiert, und daß über diesen Steuereingang ein zusätzlicher, auf die Datenteile des Anwenderprogrammes angewendeter Schlüssel aktivierbar ist.
5. Mikroprozessor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) mit den internen Falltürschlüsseln (8) einen vorwählbare Datenverarbeitungsbereiche eines Anwenderprogrammes repräsentierenden Steuereingang (13) aufweist, wobei die Daten in den vorwählbaren Bereichen des Anwenderprogrammes verschlüsselt angeboten, entschlüsselt bearbeitet und gegebenenfalls wieder verschlüsselt werden, und daß die Informationszuführung zu der internen Dechiffrierschaltung (8, 9) hinsichtlich der Lage der Datenteile des Anwenderprogrammes intern (Steuerleitung 13) vorwählbar oder über zusätzliche externe Mikroprozessoranschlüsse (Steuereingang 14) möglich ist.

6. Mikroprozessor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) mit den internen Falltürschlüsseln (8) einen Speicher- und Logikbereich für einen freien Substitutions-Code zur Verfügung stellt, und daß die dem Mikroprozessor (1) angebotenen Daten nach diesem Substitutions-Code verschlüsselt sind.
7. Mikroprozessor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher- und Logikbereich (8) der internen Dechiffrierschaltung (8, 9) mehrere Falltürschlüssel gespeichert sind, deren Substitutionen den angebotenen, verschlüsselten Daten entschlüsselt entsprechen, und daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) eine Steuerschaltung (9) mit mehreren Steuereingängen (10, 11, 12, 13) aufweist, über die eine Umschaltung auf jeweils einen anderen Falltürschlüssel möglich ist.
8. Mikroprozessor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrierschaltung (8, 9) eine Vorschlüssel- und Steuerschaltung (9) aufweist, die aus zugeführten Steuersignalen (10, 11, 12, 13, 14) einen Vorschlüssel bildet, und daß der Ausgang der Steuerschaltung (9) mit einem Aktivierungseingang des Speicher- und Logikbereiches (Schlüsselspeicher 8) verbunden ist.
9. Mikroprozessor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die mit einem Steuereingang der Steuerschaltung (9) verbundene Steuerleitung (10) für das Op-Code-Fetch-Signal außerdem über einen Zähler (11) mit einem weiteren Steuereingang der Steuerschaltung (9) verbunden ist.

10. Mikroprozessor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingang des Zählers (11) zusätzlich über eine Abzweigung (13) mit dem internen Datenbus (3-i) des Mikroprozessors (1) verbunden ist, um in Abhängigkeit aufeinanderfolgender befehlsergänzender Daten, aufeinanderfolgender Programmtabellen oder Programmdateien entsprechend des dadurch weitergeschalteten Zählerstandes jeweils einen anderen Falltürschlüssel anzu-steuern.
11. Mikroprozessor nach einem der Ansprüche 7 bis 10, da-durch gekennzeichnet, daß zur Umschaltung auf einen anderen Falltürschlüssel (8) zumindest ein Teil der Leitungen des Adressbus (4), auf dem das verschlüssel-te Datum im Anwenderprogramm angeboten wird, mit einem Steuereingang (12) der internen Dechiffrierschaltung (8, 9) verbunden ist.
12. Mikroprozessor nach einem der Ansprüche 7 bis 11, da-durch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der Daten-leitungen des Datenbus (3-a, 3-i), auf denen verschlüs-selte Datenworte angeboten werden, über eine Abzwei-gung (13) mit einem Steuereingang der internen De-chiffrierschaltung (8, 9) verbunden sind.
13. Mikroprozessor nach einem der Ansprüche 7 bis 12, da-durch gekennzeichnet, daß die interne Dechiffrier-schaltung (8, 9) zusätzliche Steuereingänge (14) auf-weist, über die externe Kriterien zur Umschaltung auf andere Falltürschlüssel (8) zuführbar sind.
14. Mikroprozessor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (1) eine Hybridschaltung ist.

15. Mikroprozessor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (1') als monolithische Schaltung aufgebaut ist.
16. Verfahren zum Verschlüsseln und Entschlüsseln eines Anwenderprogrammes mit Hilfe eines datenschützenden Mikroprozessors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in dem Anwenderprogramm nicht genutzten und im Mikroprogramm des Mikroprozessors nicht belegten Operationsbefehle innerhalb einer Substitutionstabelle für einen angewendeten Schlüssel mehrfach belegt werden.
17. Verfahren zum Verschlüsseln und Entschlüsseln eines Anwenderprogrammes mit Hilfe eines datenschützenden Mikroprozessors nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ver- und Entschlüsselung mehrere Substitutionstabellen als Schlüssel oder zumindest Teile davon festgelegt werden, und daß die Reihenfolge der Substitutionstabellen bzw. Tabellenteile variiert wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß die durch ein Op-Code-Fetch-Signal repräsentierten Programmbefehle nach einem anderen Schlüssel als sonstige Datenteile der Operationsbefehle bzw. befehlsergänzende Daten verschlüsselt und entschlüsselt werden.

- 1 Die Erfindung bezieht sich auf einen datenschützenden Standard-Mikroprozessor gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.
- 5 Die Einführung und weltweite Akzeptanz einiger weniger Standard-Mikroprozessoren für jeweils definierte Leistungsanforderungen resultiert aus der gleichen Interessenlage von Herstellern und Abnehmern. Durch die Massenfertigung, ermöglicht durch einen breiten Einsatzbereich,
- 10 sind günstige Preise möglich bei Standardisierung der Hardware und Anwendungsmodifikationen in der Software. Ebenso sind Standardisierungen in der Know-How-Vorbereitung und der Modulbereitstellung von Software für wiederkehrende Aufgabenstellungen bis hin zur Software-Bibliothek
- 15 ken möglich.

Eine solche Standardisierung hat jedoch Nachteile: Die Entwicklungskosten verlagern sich immer mehr von der Hardware zur Software, die vielfach nicht ausreichend ge-

20 schützt ist, so daß mit Kauf eines Gerätes mit einem Standard-Mikroprozessor das spezielle Know How weitergegeben wird und gegebenenfalls kopiert werden kann. Der Aufwand für die Entwicklung kundenspezifischer Software ist sehr hoch und erfordert in der Regel mehrere hundert-

25 tausend Mark. Die Know How-Verbreitung beim Einsatz weniger Standard-Mikroprozessoren vergrößert den Personenkreis ständig, der in Mikroprozessor-gesteuerten Geräten unerwünschte Manipulationen vornehmen kann. Außerdem sind Lizenzproduktionen, speziell im Ausland, aufgrund der be-

30 nötigten standardisierten Bauelemente nicht kontrollierbar. In jüngster Zeit wurden zur Vermeidung dieser Nachteile verschiedene Problemlösungen vorgeschlagen, so z.B. der Zugang zur Software über ein persönliches Paßwort, Vorsehen von internen Monitorprogrammen, die gegebenen-

35 falls programmierbar sind oder andere Maßnahmen zur Individualisierung der Hardware. Diese Vorschläge sind jedoch in der Regel nicht ausreichend, die Software zu schützen. In einigen Fällen werden sogar die eingangs ge-

1 schilderten Vorteile des Standard-Mikroprozessors auf-  
hoben.

Es wäre wünschenswert, einen Standard-Mikroprozessor mit  
5 Hilfe von internen Schlüsseln und interner Dechiffrierlo-  
gik zu modifizieren, um so dem jeweiligen Anwender zu er-  
lauben, Programme und hilfsweise auch Daten seines assemb-  
liert bzw. compiliert vorliegenden Programmes bzw. auch  
der Daten im Originalspeichermedium dem Mikroprozessor  
10 verschlüsselt anzubieten und dadurch Kopieren der Hardware  
und Software bzw. eine Manipulation in Mikroprozessor-  
Schaltungen unmöglich zu machen. Die physikalischen und  
geometrischen Eigenschaften des Original-Mikroprozessors  
sollten weitestgehend erhalten bleiben. Ebenso sollte das  
15 erworbene Entwicklungs-Know-How mit dem entsprechenden  
Original-Mikroprozessor nutzbar bleiben. Die dem Original-  
Mikroprozessor einprägbaren Schlüssel individualisieren  
dabei die Hardware und Software, wobei alle Standardisie-  
rungsmerkmale der Hardware-Schaltungen bzw. der Software-  
20 Module beibehalten werden. Eine mit einem solchen daten-  
schützenden Mikroprozessor geschützte Schaltung ist in der  
Original-Hardware ablauffähig, wobei der Original-Mikro-  
prozessor durch den datenschützenden Mikroprozessor und  
das originale Anwenderprogramm bzw. die Anwenderdaten  
25 durch die verschlüsselte Entsprechung substituiert werden.

In der internationalen Patentanmeldung RS/65894/CH ist  
vorgesprochen worden, die Daten in Programm- und Arbeits-  
speicher zu verschlüsseln und diese bei der Bearbeitung  
30 durch den Mikroprozessor durch Einschalten einer Dechiffrier-  
schaltung in den Datenbus zwischen Speicher und Mikroproses-  
sor wieder zu entschlüsseln. Ver- und Entschlüsselung er-  
folgen dabei so, daß die Positionen der einzelnen Datenleitungen  
innerhalb des Datenbusses planmäßig zwischen dem Speicher  
35 und dem Mikroprozessor vertauscht werden. Diese Vertau-  
schung erfolgt demnach nach Art eines Kreuzschienenvertei-  
lers: Ist der Datenbus z. B. eine Acht-Bit-Datenleitung,  
so werden zwischen Eingang und Ausgang der Dechiffrier-



1 schaltung die einzelnen, jeweils ein Bit tragenden Daten-  
leitungen entsprechend dem verwendeten Schlüssel vertauscht.  
Hierbei ist noch die Möglichkeit vorgesehen, mehrere Schlüs-  
sel zu verwenden, wobei diese Schlüssel dann adressabhängig  
5 sind.

Dieses Verfahren und die damit zusammenhängende Mikropro-  
zessorschaltung macht sich eine Erkenntnis zunutze, die  
z. B. für Nachrichtenverbindungen aus der US-PS 3546380  
10 oder aus dem IBM Technical Disclosure Bulletin, Band 19,  
Nummer 12, Mai 1977, Seiten 4564 ff bekannt ist. Die  
übermittelten Daten werden entweder seriell oder  
parallel in ihrer Position innerhalb eines Blockes, z. B.  
eines Bytes vertauscht.

15 Auch wenn hierdurch ein Datenschutz in gewissem Umfange  
gewährleistet ist, so bietet dieses Verfahren keine  
Sicherheit vor einer Kopierung. Nicht zuletzt liegt dies  
daran, daß sämtliche Daten aus dem Programm- und Arbeits-  
20 speicher, die dort verschlüsselt vorliegen, über die  
Dechiffrierschaltung laufen und dort entschlüsselt werden.  
Durch die simple Vertauschung der Positionen der einzelnen  
Bits innerhalb eines Bytes erscheinen sowohl in dem ver-  
schlüsselten als auch entschlüsselten Datenwort immer die  
25 gleiche Anzahl von EINSEN und NULLEN. Außerdem meldet  
der Mikroprozessor über den Adressbus dem Programm- und  
Arbeitsspeicher Rückinformationen, so z. B. Zwischener-  
gebnisse bei sogenannten JUMP-Befehlen. Aus dem anschlie-  
ßend verschlüsselt aus dem Programm- und Arbeitsspeicher  
30 ausgesendeten Daten können hier wieder Rückschlüsse auf  
die tatsächlichen Daten und damit auch auf die Verschlüs-  
selungsmethode gezogen werden. Durch diese Art der Ver-  
und Entschlüsselung erhält ein Fachmann, der die Mikro-  
prozessorschaltung auch hinsichtlich der Software kopieren  
35 will, eine Vielzahl von Informationen, die ihm die Ent-  
schlüsselung erleichtern.

- 1 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Standard-Mikroprozessor so zu modifizieren, daß insbesondere Programmdaten gegen Kopieren zuverlässig geschützt sind.
- 5 Diese Aufgabe ist gemäß der Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.
- Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den
- 10 Unteransprüchen hervor.

Der programm- bzw. datenschützende Standard-Mikroprozessor beinhaltet zusätzlich zu dem Original-Standard-Mikroprozessor eine interne Schlüssel/Vorschlüssel-Dechiffrierschaltung, nach deren Durchlauf der Original-Prozessoranteil des datenschützenden Mikroprozessors das angebotene verschlüsselte Datum erkennt und bearbeitet. Die Ver- und Entschlüsselung erfolgt entsprechend der Hardware des Original-Mikroprozessors nach folgenden Kriterien:

- 20
- a) Op-Code eines Befehles, d.h. derjenige Befehlsteil, der den Befehl definiert und der mit einem Befehlsabrufsignal, dem sogenannten Op-Code-Fetch abgerufen wird;
  - 25 b) Datenanteil eines Befehls;
  - c) Datenanteil eines Programmes, z.B. die Tabellen;
  - d) Datenverarbeitungsbereiche eines Programmes, die im Bereich des Arbeitsspeichers RAM abgelegt sind.
- 30 Die Schlüssel/Vorschlüssel-Dechiffrierschaltung erkennt diese Kriterien und bearbeitet die Daten separat mit zugeordneten individuellen Schlüsseln, z.B. den Schlüsseln A, B, C bzw. D.
- 35 Um die Anzahl der verfügbaren Schlüssel multiplikativ zu erhöhen, stehen weiter folgende Kriterien des Anwenderprogrammes zur Verfügung:

- 1 1) Das Datenwort selbst;
- 2) die Adresse, auf welcher das Datenwort appliziert wird;
- 3) die Ordnungszahl des Datenwortes bei Mehrfachzugriffen zusammenhängender Daten;
- 5 4) extern zugeführte individuelle Hard- oder Software-Kriterien.

Auf diese Weise werden z.B. die Schlüssel A-1, A-2, ..., A-n, B-1, B-2, ..., B-n, ..., D-n definiert. Hiermit sind viele eindeu-  
10 tigen Kriterien zuzuordnende Schlüssel möglich. Vorzugsweise werden nur die Op-Codes der Befehle, die mit dem Op-Code-Fetch abgerufen werden, nach einem freien Substitutions-Code verschlüsselt und entsprechend dechiffriert. Die übrigen Daten können unverschlüsselt vorliegen. Zur  
15 Verschlüsselung und Entschlüsselung werden die oben angegebenen Kriterien herangezogen. Die Anzahl der möglichen Verschlüsselungen ergibt sich durch eine Permutation der Speicherplätze des Mikroprozessors, bei herkömmlichen Mikroprozessoren bei 256 Speicherplätzen demnach 256!. Der  
20 freie Substitutions-Code kann z.B. so gewählt werden, daß die Eingangs- und Ausgangsdaten der Dechiffrierschaltung nicht die gleiche Anzahl von EINS- UND NULL-Bits aufweisen. Es ist im übrigen nicht notwendig, sämtliche Substitutionstabellen der verwendeten Schlüssel in der De-  
25 chiffrierschaltung zur Verfügung zu stellen. Vielmehr ist es aufgrund der oben genannten Kriterien möglich, aus den Substitutionstabellen entsprechende Bereiche auszuwählen, wodurch trotz der gleichen Anzahl von verwendeten Schlüsseln die Speicherkapazität und damit auch die Hardware-  
30 Ausführung der Dechiffrierschaltung verkleinert werden kann.

Die Vorschlüssel/Schlüsseltechnik gemäß der Erfindung, die an den oben genannten Kriterien ausgerichtet ist, erlaubt eine Optimierung der zusätzlich im Mikroprozessor benötigten Hardware.  
35

Werden z.B. zwei Adressleitungen A0 und A1 als Schlüssel-

- 1 Multiplikator im obigen Sinne verwendet, so wären dadurch jeweils vier Schlüssel angesprochen. Der angesprochene Schlüssel ist durch die Ordinalzahlen 1 bis 4 der Adressenstellen des angebotenen verschlüsselten Datums fixiert.
- 5 Wird zusätzlich das Kriterium: Ordinalzahl der Stellen des Datenwortes verwendet, wobei ein Zweistufenzähler mit vier Stellen unterstellt ist, ergeben sich bereits 16 verschiedene Schlüsselmöglichkeiten.
- 10 Es kann nun der Schlüsselbedarf optimiert werden, indem beispielsweise nur vier Schlüssel X0 bis X4 eingegeben werden. Dabei beeinflusst das zweite Kriterium (Ordinalzahl des Datenwortes) die stringent zugeordnete Ordinalzahl des ersten Kriteriums, d.h. der Adresse. Im vorliegenden
- 15 Beispiel ergeben sich für die vier durch Adresszuordnung eindeutig fixierten Schlüssel X0 bis X4 durch Verwendung des zusätzlichen Kriteriums Ordinalzahl des Datenwortes  $4! = 24$  Ordnungsschemata für die Schlüsselfolge, d.h. die Schlüsselfolgen X1-X2-X3-X4; X2-X4-X3-X1;....usw.
- 20 Die eindeutige Zuordnung der Schlüsselfolge durch das Adresskriterium wird damit aufgehoben. Wenn ansonsten durch die Multiplikation der zur Verfügung stehenden Schlüssel entsprechend der Kriterien Adressabhängigkeit und Datenwortabhängigkeit 16 Schlüssel zumindest teilweise
- 25 tabellarisch gespeichert werden müßten, so brauchen durch die Aufhebung der eindeutigen Zuordnung nur vier Schlüssel wiederum zumindest nur teilweise zur Verfügung gestellt zu werden. Der Hardware-Bedarf von 12 Zusatzschlüsseln ist durch Wegfall der eindeutigen Zuordnungsmöglichkeiten
- 30 kryptografisch kompensiert.

Es gibt ferner eine einfache Möglichkeit, bei Verwendung von Substitutionstabellen als Schlüssel diese unregelmäßig zu gestalten: Mikroprozessoren nutzen nämlich im allgemeinen nicht den gesamten zur Verfügung stehenden Raum des Mikroprozessors für Operatonsbefehle, so daß von vorneherein einige Kombinationen leer sind. Außerdem werden in vielen Programmen nicht alle durch den Mikroprozessor

- 1 möglichen Operationsbefehle ausgenutzt. Diese nicht ge-  
nutzten Kombinationen innerhalb des Mikroprozessors bzw.  
des Anwenderprogrammes können als Löcher bezeichnet wer-  
den. Derartige Löcher können innerhalb der Substitutions-  
5 tabelle mehrfach belegt werden. Dem verwendeten Schlüs-  
sel liegt dann keine echte Permutation sämtlicher Opera-  
tionsbefehle zugrunde, sondern eine Permutation mit Mehr-  
fachbelegungen, wodurch die Entschlüsselung weiterhin er-  
schwert wird.
- 10 Damit ist der jeweils angesprochene Schlüssel nach dem  
individuellen Anwenderprogramm optimierbar.
- Ein daten- insbesondere programmschützender Standard-  
15 Mikroprozessor gemäß der Erfindung kann in Hybridtechnik  
ausgeführt werden. Eine solche Ausbildung hat den Vorteil,  
daß die Schaltung auch gegen sogenannte harte Angriffe  
gesichert werden kann, bei denen versucht wird, den  
mechanischen Aufbau des Prozessors direkt zu kopieren.
- 20 Ein daten- und programmschützender Standard-Mikroprozes-  
sor kann jedoch auch dadurch realisiert werden, daß die  
Schlüssel direkt in das Mikroprogramm des Mikroprozessors  
eingeschrieben werden, so daß ein monolithischer Chip ge-  
25 schaffen wird, der praktisch nicht kopierbar ist. Auch wenn  
dann z.B. das verschlüsselte Programm aus dem Programm-  
speicher kopiert wird, ist es nicht möglich, dieses Pro-  
gramm mit einem herkömmlichen Mikroprozessor zu betreiben.
- 30 Eine Schaltung, bestückt mit einem programmschützenden  
Standard-Mikroprozessor gemäß der Erfindung ist demnach  
durch Individualisierung der Hardware - indem der Original-  
Mikroprozessor durch einen programmschützenden Prozessor  
ersetzt wird - und Verschlüsseln der Software wirksam ge-  
35 schützt.
- Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unter-  
ansprüchen hervor. Die Erfindung ist in zwei Ausführungs-

1 beipielen anhand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung stellen dar:

- 5      **Figur 1**      ein Blockschaltbild eines programmschützenden Mikroprozessors, das auf einem Modul eines handelsüblichen Original-Mikroprozessors basiert, wobei dieser programmschützende Mikroprozessor in Hybridtechnik ausgeführt ist;
- 10 **Figur 2**      ein Blockschaltbild eines programmschützenden Mikroprozessors gemäß der Erfindung, das auf einer Spezialausführung eines handelsüblichen Originalmikroprozessors basiert und in diesem Falle in monolithischer Technik hergestellt ist.

15      Ein programmschützender Mikroprozessor (1) weist als Kernstück einen Standard-Mikroprozessor (2) auf, z. B. einen Mikroprozessor Z80, der über einen internen Datenbus 3-i, einen externen Datenbus 3-a, beides 8-Bit-Datenleitungen, ferner über einen Adressbus 4 und Steuerleitungen 5 mit Daten arbeitet. Der programmschützende Mikroprozessor arbeitet mit einem externen Programm- und Arbeitsspeicher 6, der aus einem Festwertspeicher ROM, in dem die Programmdaten enthalten sind, und einem Arbeitsspeicher RAM

20 zur Speicherung von Zwischenergebnissen und dergleichen zusammengesetzt ist, sowie mit weiteren Peripheriebauelementen 7 zusammen. Externer und interner Datenbus 3-a bzw. 3-i sind über einen ansteuerbaren Schlüsselspeicher 8 miteinander verkoppelt. Für den Schlüsselspeicher ist ein hier

30 noch intern gestrichelt gezeichneter Bypass 3-b vorgesehen, der die Daten auf dem Datenbus 1:1 durchläßt, sofern der Schlüsselspeicher nicht angesteuert ist, und dieses auch im reinen Lese- und Schreibbetrieb zum Mikroprozessor und vom Mikroprozessor weg tut.

35

Der Schlüsselspeicher, der auch als Logikschaltung aufgebaut sein kann, wird durch das Op-Code-Fetch-Signal aktiviert, das ein Signal der Steuerleitungen ist bzw.

- 1 aus den Signalen der Steuerleitungen entwickelt werden  
kann. Dieses Op-Code-Fetch zeigt an, daß der Mikroprozessor 2  
einen Operationsbefehl anfordert, z. B. JUMP, ADDIEREN, etc. ....
- 5 Der Schlüsselspeicher 8 wird durch eine Vorschlüssel- und  
Steuerschaltung beeinflusst. In dem Programmspeicher ROM  
sind die den Op-Code-Fetches zugeordneten Operationsbe-  
fehle für den Mikroprozessor verschlüsselt abgelegt.  
Zur Darstellung der Operationsbefehle werden meist hexa-  
10 dezimale Zahlen (Hex-Zahlen) aus dem 16 "Ziffern" 0, 1, 2,  
..., 9, A, B, ..., F verwendet, so daß ein Byte durch  
zwei Hexziffern angegeben wird. Die Hexzahl F2 entspricht  
der Bitfolge 1 1 1 1 0 0 1 0. Das Befehlsregister eines  
8-Bit-Mikroprozessors beinhaltet demnach maximal 16 x  
15 16 = 256 Bytes, in Hexschreibweise die Bytes 0 0, 01, ...,  
FF, sofern der Mikroprozessor auf 1-Byte-Operationsbefehle  
beschränkt ist. Sind Mehr-Byte-Operationsbefehle vorge-  
sehen, die durch Op-Code-Fetches repräsentiert werden,  
multipliziert sich die Anzahl der zur Verfügung stehenden  
20 Befehle im Befehlsregister entsprechend. Jede Befehlsta-  
belle kann zur Verschlüsselung entsprechend der Kombina-  
tionsrechnung in eine andere permutierte Befehlstabelle  
überführt werden. Eine derartige Permutation ist z. B. die,  
daß die Hexziffern 0 bis 7 durch die Hexziffern 8 - F und  
25 die Hexziffern 8 - F durch die Hexziffern 0 - 7 ersetzt  
werden. Insgesamt sind hier bei jeder Befehlstabelle  
256! Permutationen möglich. Jeder dieser Permutationen  
ist eine Befehlstabelle zugeordnet, die eine bestimmte  
Schlüsselnummer erhalten kann. Der verwendete Schlüssel  
30 dient zur Verschlüsselung der durch Op-Code-Fetches re-  
präsentierten Operationsbefehle des Anwenderprogrammes.  
Die Vorschlüssel- und Steuerschaltung 9 sorgt dafür, daß  
bei Abruf der einzelnen verschlüsselten Operationsbefehle  
diese für den Mikroprozessor entschlüsselt werden. Die Ent-  
35 schlüsselung erfolgt nur dann, wenn das Befehlsabrufsig-  
nal (Op-Code-Fetch) anliegt.

1 Bei der Schlüsselsteuerung durch den Op-Code-Fetch alleine  
kann nur einer der 256! Schlüssel für den gesamten Adress-  
raum des Anwenderprogrammes wirken, wenn nicht nach jedem  
Op-Code-Fetch auf einen anderen Schlüssel umgeschaltet  
5 wird. Die Anzahl der verwendbaren Schlüssel kann jedoch  
durch verschiedene zusätzliche Kriterien vervielfacht  
werden. Hierzu ist eine Vorschlüssel- und Steuerschaltung  
9 vorgesehen, die auf den Schlüsselspeicher 8 wirkt. Die  
Steuerschaltung 9 wird durch den Op-Code-Fetch über eine  
10 von dem Steuerbus 5 abzweigende Steuerleitung 10 aktiviert  
und aktiviert dann ihrerseits den Schlüsselspeicher 8.  
Ein weiterer Steuereingang der Steuerschaltung 9 ist mit  
dem Ausgang eines n-stelligen Zählers 11 verbunden, dessen  
Eingang ebenfalls von der Op-Code-Fetch-Leitung 10 beauf-  
15 schlagt wird. Diese Zuführung des Op-Code-Fetch zusätzlich  
über den n-stelligen Zähler 11 ermöglicht die Umschaltung  
des verwendeten Schlüssels bei Mehrbyte-Operationsbefehlen.  
Ein weiterer Steuereingang der Steuerschaltung 9 ist mit  
einer Abzweigung 12 von dem Adressbus 4 verbunden. Der  
20 Steuerschaltung wird die jeweils anliegende Adresse bzw.  
ein Teil dieser Adresse über diese Abzweigung 12 zugeführt.  
Außerdem wird einem weiteren Steuereingang der Steuer-  
schaltung 9 über eine Abzweigung 13 von dem internen Daten-  
bus 3-1 das gerade anhängige Datenwort bzw. ein Teil dieses  
25 Datenwortes zugeführt. Die Leitung 13 kann noch - in Figur 1  
gestrichelt dargestellt - mit dem Eingang des Zählers 11  
verbunden werden, um gegebenenfalls eine Schlüsselumschal-  
tung in Abhängigkeit weiterer Daten, wie befehlsergänzen-  
der Daten, Tabellendaten usw. zu ermöglichen. Außerdem kann  
30 über einen zusätzlichen externen Ausgang 14 noch ein ex-  
ternes Kriterium einem weiteren Steuereingang der Steuer-  
schaltung 9 zugeführt werden. Die der Steuerschaltung 9  
zugeführten Steuersignale werden bei Anliegen eines Op-  
Code-Fetch an der Leitung 10 miteinander verknüpft. Durch  
35 diese Verknüpfung wird der jeweilige Schlüssel bestimmt,  
der für die Entschlüsselung des Programmoperationsbefehls  
notwendig ist.



- 1 Es ist nicht notwendig, im Schlüsselspeicher 8 sämtliche durch diese Verknüpfung möglichen permutierten Befehls-  
substitutionstabellen zur Verfügung zu stellen. Durch  
Zuführung eines Teiles der Operationsbefehle über die  
5 Datenabzweigung 13 zur Steuerschaltung 9 brauchen nur  
Teilbereiche der verwendbaren Schlüssel im Schlüsselspei-  
cher 8 vorgesehen werden. Die Anzahl der tatsächlich ver-  
wendeten Schlüssel bleibt hierbei gleich, hingegen ist eine  
Schlüsseloptimierung möglich. Schlüsselspeicher 8 und  
10 Steuerschaltung 9 bilden gemeinsam die Dechiffrierschaltung.

- In Figur 2 ist ein Blockschaltdiagramm für einen nach dem  
gleichen Prinzip arbeitenden, jedoch monolithisch aufge-  
bauten Mikroprozessor 1' dargestellt, der gemäß der Er-  
15 findung modifiziert ist. Der Mikroprozessor 1' kommuniziert  
über einen externen Datenbus 3'-a, einen Adressbus 4' und  
einen Steuerbus 5' mit seiner Peripherie. Über den uni-  
direktionalen Adressbus 4' bestimmt der Mikroprozessor den  
zu aktivierenden Teil der Peripherie. Über den bidirektio-  
20 nalen externen Datenbus 3'-a werden Daten ausgetauscht.  
Dabei liefert der Steuerbus 5' die notwendigen Steuerinfor-  
mationen, z. B. die Richtung des beabsichtigten Daten-  
flussen.
- 25 Der externe Datenbus 3'-a ist über ein Datenbus-Interface 21  
mit dem internen Datenbus 3'-i verbunden. Der interne  
Datenbus 3'-i dient zum Informationsaustausch zwischen dem  
Datenbus-Interface und einem Arbeitsregister -Array 22  
in beiden Richtungen, ferner zum Informationsaustausch  
30 zwischen diesem Arbeitsregister-Array 22 und einer inter-  
nen Rechen- und Logikschaltung (ALU) 23 sowie zum Informa-  
tionsaustausch zwischen externen Datenbus 3'-a und einem  
internen Befehlsregister 24. Der Ausgang des Befehlsre-  
gisters 24 ist mit einem Befehlsdecodierer 25 verbunden,  
35 der seine Informationen an eine Ablaufsteuerung 26 der  
zentralenessoreinheit (CPU) liefert.

- 1 Der Schlüsselspeicher bzw. die Schlüssellogik 8' ist im  
internen Datenbus 3'-i vorgesehen. Angesteuert wird der  
Schlüsselspeicher 8' wiederum von einer internen Steuer-  
schaltung 9', die als Steuergrößen für die Schlüsselum-  
5 schaltung vom Adressbus 4' über eine Abzweigung 12' von  
einem Zähler 11' für den Op-Code-Fetch, über einen externen  
zusätzlichen Anschluß 14' und eine Datenleitungsabzweigung  
13' Eingangssignale erhält, die bei Vorliegen eines von  
der CPU-Ablaufsteuerung 26 über eine Leitung 10' abge-  
10 zweigten Op-Code-Fetch-Signales aktiviert wird und dann  
ihrerseits den Schlüsselspeicher 8' einschaltet.

Die Arbeitsweise dieses Mikroprozessors bei der Dechiffrie-  
rung der verschlüsselt angebotenen Programmdateien ist iden-  
15 tisch wie bei dem obigen Ausführungsbeispiel, so daß sich  
eine nähere Erläuterung erübrigt.

Als Variante der in Figur 2 gezeigten Version kann das  
Befehlsregister 24 selbst als Schlüsselspeicher ausgeführt  
20 werden.

25

30

35

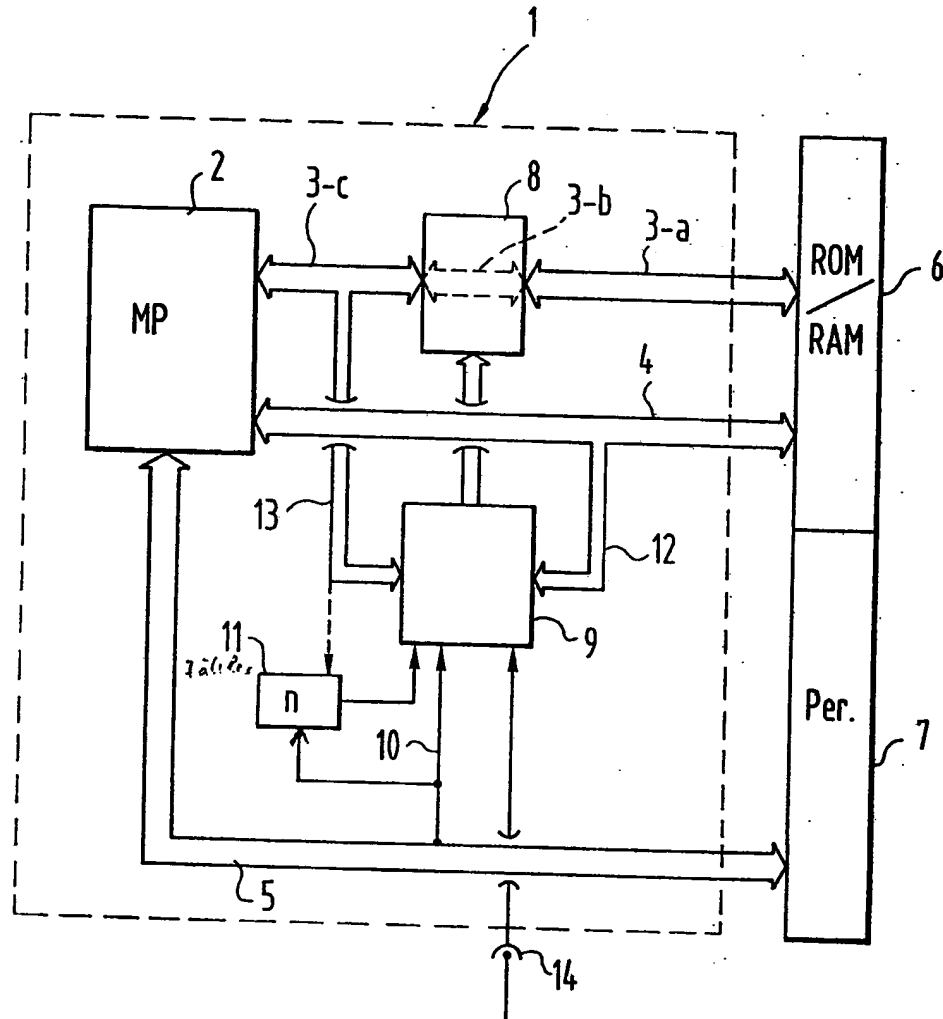


FIG. 1

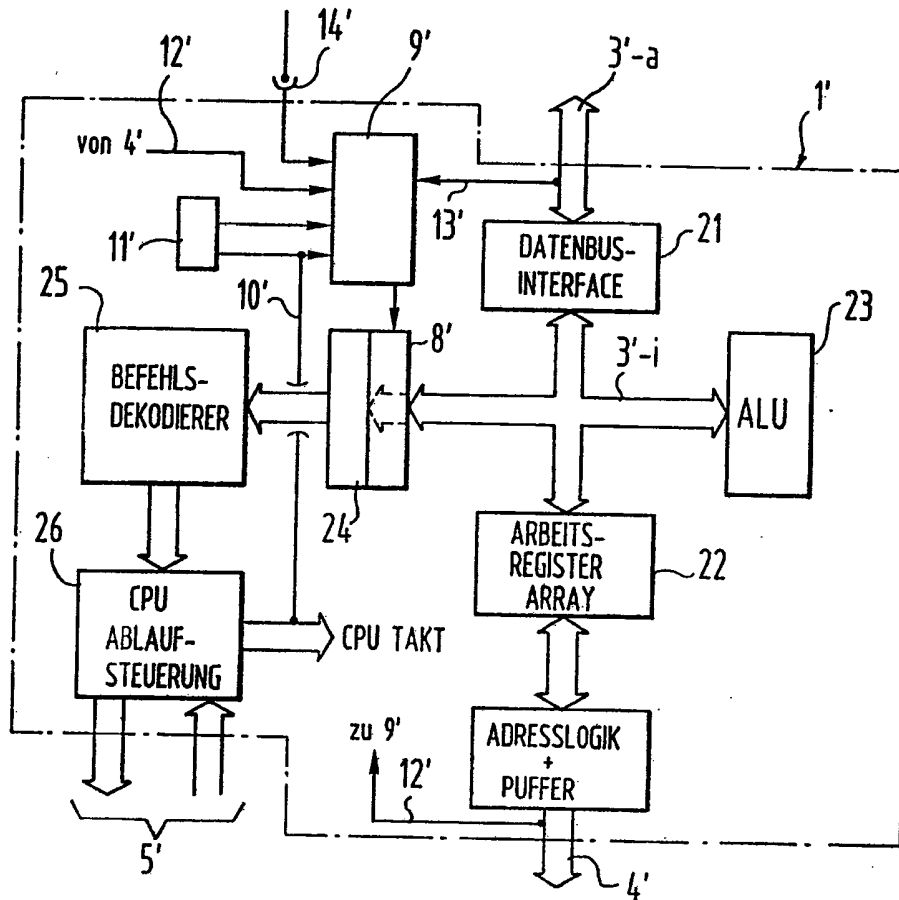


FIG. 2



P.B.5818 - Patentaan 2  
2280 HV Rijswijk (ZH)  
☎ +31 70 340 2040  
TX 31651 epo nl  
FAX +31 70 340 3016

Europäisches  
Patentamt

Zweigstelle  
in Den Haag  
Recherchen-  
abteilung

European  
Patent Office

Branch at  
The Hague  
Search  
division

Office européen  
des brevets

Département à  
La Haye  
Division de la  
recherche

O'Connell, David Christopher  
Haseltine Lake,  
Redcliff Quay  
120 Redcliff Street  
Bristol BS1 6HU  
GRANDE BRETAGNE

HASELTINE LAKE BRISTOL	
RECEIVED	
28 JAN 2005	
ORIG	RECORDS
COPY TO	

Datum/Date

28.01.05

Zelchen/Ref./Réf. <b>P102005EP00/SJR</b>	Anmeldung Nr./Application No./Demande n°/Patent Nr./Patent No./Brevet n°. <b>04255590.4-2212-</b>
Anmelder/Applicant/Demandeur/Propriétaire/Titulaire <b>Via Technologies, Inc.</b>	

## COMMUNICATION

The European Patent Office herewith transmits as an enclosure the European search report for the above-mentioned European patent application.

If applicable, copies of the documents cited in the European search report are attached.

☐ Additional set(s) of copies of the documents cited in the European search report is (are) enclosed as well.

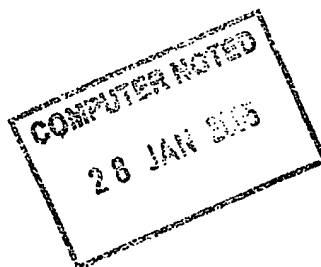
The following specifications given by the applicant have been approved by the Search Division:

☒ abstract

☒ title

☐ The abstract was modified by the Search Division and the definitive text is attached to this communication.

The following figure will be published together with the abstract: 3



## REFUND OF THE SEARCH FEE

If applicable under Article 10 Rules relating to fees, a separate communication from the Receiving Section on the refund of the search fee will be sent later.





DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
X	US 5 666 411 A (MCCARTY JOHNNIE C) 9 September 1997 (1997-09-09) * abstract; figures 7-12 * * column 4 - column 23 *	1-28	G06F1/00
X	"IBM PCI Cryptographic Coprocessor CCA Basic Services Reference and Guide for IBM 4758 Models 002 and 023 with Release 2.40" IBM, September 2001 (2001-09), XP002291430 * the whole document *	1-28	
X	EP 1 298 518 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 2 April 2003 (2003-04-02) * the whole document *	1-28	
X	EP 1 202 150 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 2 May 2002 (2002-05-02) * abstract; figures 1-15 * * paragraph '0017! - paragraph '0153! *	1-28	
X	US 4 633 388 A (CHIU MING-YEE) 30 December 1986 (1986-12-30) * the whole document *	1-28	TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7)
X	DE 34 42 721 A (HAHN RUEDIGER) 6 March 1986 (1986-03-06) * abstract; figures 1,2 * * page 6 - page 17 *	1-28	G06F
1 The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search Munich		Date of completion of the search 19 January 2005	Examiner Nazzaro, A
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
<p>X: particularly relevant if taken alone Y: particularly relevant if combined with another document of the same category A: technological background O: non-written disclosure P: intermediate document</p> <p>T: theory or principle underlying the invention E: earlier patent document, but published on, or after the filing date D: document cited in the application L: document cited for other reasons &amp;: member of the same patent family, corresponding document</p>			

**ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT**  
**Of EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.**

**EP 04 25 5590**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
 The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

**19-01-2005**

Patent documents cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5666411	A	09-09-1997	NONE	
EP 1298518	A	02-04-2003	JP 2003108442 A CN 1410876 A EP 1298518 A2 US 2003065933 A1	11-04-2003 16-04-2003 02-04-2003 03-04-2003
EP 1202150	A	02-05-2002	JP 2002140236 A EP 1202150 A2 US 2002051536 A1	17-05-2002 02-05-2002 02-05-2002
US 4633388	A	30-12-1986	EP 0155399 A2	25-09-1985
DE 3432721	A	06-03-1986	DE 3432721 A1	06-03-1986

EPO FORM P0458

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**